Die Entstehung relativ hoher Lufttemperaturen in der Mittelhöhe der Thalbecken der Alpen im Spätherbste und Winter.

Von dem c. M. **A. Kerner.**

(Mit 1 Tafel.)

Dass in den Thalbecken der Alpen die Temperatur der Atmosphäre mit zunehmender Höhe im Spätherbste und Winter häufig nicht abnimmt, sondern zunimmt, wurde zuerst im Bereiche der östlichen Alpen von Prettner in Kärnthen und von Simony in Oberösterreich constatirt. Aber auch in Tirol und in der Schweiz wurde diese Erscheinung nachgewiesen, und in letzterem Lande wurde sie bereits wiederholt zum Gegenstande besonderer Studien und Erörterungen gemacht. Es stellt sich nachgerade heraus, dass diese zeitweilige Umkehrung der Wärmeabnahme im Spätherbste und Winter über das ganze Gebiet der Alpen sich erstreckt, dass längere oder kürzere Perioden, in welchen dieselbe vorkommt, in keinem Jahre ausbleiben, und dass auch die Mittelwerthe der Lufttemperatur in den Alpen durch diese Erscheinung beeinflusst werden; denn die Thatsache, dass in den Alpen im November, December und Jänner die Mittelwerthe der Temperatur nach oben zu viel langsamer abnehmen als in den Sommermonaten, findet theilweise in jener so regelmässig wiederkehrenden Erscheinung ihre naturgemässe Erklärung. Ja auch ein in die Verhältnisse der Bewohner der Alpen tief eingreifender Umstand hängt mit diesen relativ günstigen Temperatur-Verhältnissen höherer Regionen innig zusammen; der Umstand nämlich, dass in den Alpen so viele Gehöfte nicht auf dem in vielen Beziehungen doch viel bequemeren ebenen Terrain der Thalsohlen, sondern auf den über die Thalsohlen sich aufböschenden Gehängen, oft ziemlich weit von den auf ebenem Thalboden liegenden zugehörigen Wiesen und Feldern erbaut worden sind. Wer jemals im Spätherbste, in einer jener Perioden

umgekehrter Temperaturabnahme bei solchen an steilem Bergabhange ragendem Gehöfte geweilt und zu einer Zeit, wann unten im Thale der gefrorene Boden schon von Reif, und das entblätterte Zweigwerk der Bäume von Duftansatz starrt, und alle Vegetationsthätigkeit längst erloschen ist, dort oben die milden sommerlichen Lüfte geathmet, die grünen Grasplätze noch mit herbstlichen Blüthen geschmückt und die Schafe noch im Freien weidend gesehen hat, wird es begreiflich finden, dass die ersten Erbauer der Gehöfte sich eben am liebsten in jenen Höhen ansiedelten, welche sich durch ihre günstigen Temperaturverhältnisse im Spätherbste und Winter erfahrungsgemäss auszeichneten.

In der „Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie" (V. Band, Nr. 20, 1870) hat Hann eine treffliche übersichtliche Zusammenstellung der wichtigsten über diese zeitweilige Umkehrung der Temperaturabnahme bekannt gewordenen Daten gegeben und dort auch eine Erklärung dieses so merkwürdigen Phänomens versucht. Nachdem von ihm besonders betont wurde, dass die Temperaturzunahme nach oben im Bereiche der Alpen immer nur in solchen Perioden zu beobachten ist, in welchen die Atmosphäre nur sehr wenig bewegt ist, heisst es a. a. O.: „So weit würde alles dafür stimmen, dass der Wärmeüberschuss der Höhen blos eine Folge ruhiger Luft bei nördlichen Winden ist, welche der bei dem heiteren Himmel durch Wärmestrahlung stark erkalteten Luft gestattet abwärts zu fliessen und sich in den Niederungen anzusammeln.

Die geschilderte Erscheinung hätte demnach weiter nichts Unerklärliches mehr, wenn die Temperatur der Höhen nicht so überraschend hoch wäre und die Temperaturumkehrung etwa blos dem Gegensatz einer starken negativen Anomalie der Tiefen gegenüber der normalen Wärme der Höhe entspringen würde. Wenn aber, wie vom 21. bis 26. December 1865 die Abweichung vom normalen Monatsmittel auf dem Rigi + 8·8° beträgt, auf dem Chaumont (21. — 27.) + 4·9 und am 23. December 1865 7^h Morgens der Rigi die normale Temperatur der letzten Maitage erreichte, so müssen wir uns nach einer Quelle dieser überraschenden Wärme umsehen, und diese ist es, über

die man bisher noch nicht völlig klar geworden ist. Die unten und auch oben herrschenden, wenn auch schwachen nördlichen oder östlichen Winde können es natürlich nicht sein, da mit ihrem Eintreten die Thäler empfindlich erkältet werden. Die Insolation, die Wirkung des Sonnenscheins bei dem heiteren Himmel der Höhe im Gegensatz zur Trübung der Tiefe kann es auch nicht sein, weil die überraschende Wärme schon in den Frühstunden (7h Morgens) herrscht. Da gewöhnlich vor und nach diesem Wärmeübermass der Höhen der SW weht, so bleibt kaum etwas anderes übrig, als anzunehmen, diese ruhige warme Luftschichte gehöre einer verdrängten oder eintretenden südlichen Strömung an, welche von dem Nordwind gleichsam auf den Rücken genommen und von ihm fortgeschoben wird."

Diese Auffassung und Erklärung stimmt denn auch mit jener überein, welche man ganz allgemein bei den Bewohnern der Alpenthäler verbreitet findet. Wenn im Spätherbste die Bewohner der Berghöfe zum froststarrenden Thale kommen und von der milden Luft ihrer Höhen erzählen, oder wenn man im Winter die Bäume auf dem kalten Thalboden von weissem eisigen Duftanhang überdeckt, dagegen an den angrenzenden Berglehnen die Nadelwälder mit dunklem Grün prangen sieht, heisst es ganz allgemein: der Südwind herrsche bereits in der Höhe, bestreiche und erwärme dort die Gehänge und werde nun auch bald tiefer zum Thale kommen und der dort herrschenden Kälte ein Ende machen. In der That trifft auch der letzte vorhersagende Theil dieses Ausspruches regelmässig zu; denn da in unseren Breiten der Nord- und Ostwind früher oder später immer von südlichen Luftströmungen abgelöst wird, so folgen auf solche Perioden umgekehrter Temperaturabnahme, in welchen in den Thaltiefen ohne Zweifel kalte Polarströme sich eingebettet haben, schliesslich immer südliche Luftströme mit niederem Barometerstande, welche dann rasch die Thäler mit ihrer Luft erfüllen. Auch gegen die Annahme, es herrsche in der Höhe eine südliche Luftströmung, wird, wenn man dabei nur an das Ende der Perioden umgekehrter Temperaturabnahme denkt, nichts einzuwenden sein. In der Breite, in welcher die Alpen zu liegen kommen, nehmen die Polarwinde nur selten durch lange Zeit die ganze Lufthöhe ein, und gewöhnlich stellt

sich schon nach einigen Tagen der Alleinherrschaft des Polarstromes über demselben die äquatoriale Strömung als Oberwind ein. Wenn dies aber der Fall ist, wenn nämlich die äquatoriale Strömung als Oberwind über den die tieferen Regionen beherrschenden Polarwind weht, so wird diess zunächst immer durch langgestreckte Cirrhi, die hoch über den höchsten Gipfeln der Alpen zu sehen sind, erkennbar, und wenn dann die äquatoriale Strömung so weit herabsinkt, dass sie die Gipfel und Rücken der Alpen streift, so lagern sich um diese Gipfel und Rücken allsogleich Nebelbänke und Nebelballen, und man kann dann sicher sein, dass der Südwind in kürzester Zeit auch bis zu den Thalsohlen herabfliesst.

In den Perioden der umgekehrten Wärmeabnahme ist aber, wenigstens in der ersten Hälfte derselben, von allem dem nichts zu sehen; der Luftdruck ist in solchen Perioden immer sehr gross, die Luft wenig bewegt, der Himmel wolkenlos, und alles deutet darauf hin, dass dann der Polarwind die ganze Lufthöhe einnimmt.

Auch bei Gelegenheit der Besteigung mehrerer 1600—2500 Mtr. hoher Berggipfel, welche ich in früheren Jahren im Spätherbste und einmal auch im December innerhalb solcher Perioden umgekehrter Wärmeabnahme ausführte, ward in der Höhe niemals eine südliche, sondern immer eine nördliche oder östliche Luftströmung beobachtet, und ich konnte mich daher auch niemals davon überzeugen, dass die so merkwürdigen Temperaturverhältnisse der Luft im Beginne derartiger Perioden aus dem Vorhandensein eines äquatorialen Oberwindes erklärt werden können.

Die letzte aussergewöhnlich lange Periode umgekehrter Temperaturabnahme im Gebiete der Alpen, welche sich über die Zeit vom 25. October bis zum 10. November 1874, also über 17 Tage erstreckte, gab mir nun neuerlich die Anregung und Gelegenheit, der wahren Ursache der so räthselhaften klimatischen Erscheinung nachzuforschen.

Eine Besteigung des 2111 Mtr. hohen Unnutz im Achenthale, welche ich am 2. November 1874 ausführte, ergab zunächst das Resultat, dass die wärmere Region in jedem Thale sowohl nach unten als auch nach oben durch eine kältere

Region begrenzt ist, dass in den verschiedenen Thälern der Alpen die Grenzen der wärmeren Luftschichte ein sehr verschiedenes Niveau einnehmen und dass die Lage der unteren Grenze jedenfalls von der Höhenlage der Thalsohlen abhängt. Im Innthale war die Erhöhung der Lufttemperatur schon 150 bis 200 Mtr. über der Thalsohle, also bei 700 Mtr. über dem Meere deutlich wahrnehmbar. Sobald aber die 950 Mtr. über dem Meere gelegene Sohle des Achenthales, zu welcher der Weg aus dem Innthale über den Kasberg emporführt, erreicht und die Wasserscheide passirt war, zeigte dort die Luft keine höhere, sondern eine im Durchschnitt um 0·4° C. tiefere Temperatur, als sie über der Sohle des 350 Mtr. tieferen Innthales in Innsbruck gleichzeitig notirt wurde. Erst beim neuerlichen Ansteigen über die Gehänge, welche sich an den Seiten des Achenthales aufböschen, liess sich dann wieder eine Zunahme der Lufttemperatur sowohl im Vergleiche zu der gleichzeitigen Lufttemperatur im Grunde des Achenthales, als auch im Vergleiche zu der gleichzeitigen Lufttemperatur in dem noch tieferen Innthale erkennen. Verglichen mit correspondirenden Beobachtungen im Grunde des Achenthales (950 Mtr.) ergab sich:

in der Seehöhe von 1416 Met. eine Erhöhung der Lufttemp. um + 2·2°
„ „ „ „ 1762 „ „ „ „ „ „ + 1·1°
„ „ „ „ 1912 „ „ Erniedrig. „ „ „ — 0·2°
„ „ „ „ 2111 „ „ „ „ „ „ — 0·7°

Am Gipfel des Unnutz und selbst noch 200 Mtr. unter dem Gipfel war demnach die Temperatur der Luft nicht höher sondern tiefer als im Thalgrunde; die relativ warme Region erstreckte sich nur bis zu 1890 Mtr. und hatte eine beiläufige Höhenausdehnung von 900 Mtr. — Dieser warme Gürtel war es denn auch, in welchem sich allenthalben noch blühende Pflanzen zeigten, zum Theile Nachzügler von Gewächsen, welche regelmässig im Herbste blühen, zum Theile aber auch proleptische Blüthen von Pflanzen, deren Blüthenknospen sich normal erst im Frühlinge öffnen, wie *Polygala Chamaebuxus*, *Gentiana verna*, *acaulis* und andere mehr. Diese warme Region war es auch, in welcher ich noch beim Herabwandern von der Bergeshöhe in der Dunkelheit um ½7 Uhr Abends Leuchtkäfer (*Lampyris noctiluca*) zwischen dem niederen Buschwerk in den Waldlichtungen leb-

haft leuchtend fand, — während doch über der kalten Thalsohle nur 200 Mtr. tiefer das Thermometer in der Nacht auf — 2·8° C. herabsank und dort alle Büsche und Halme sich dicht mit Reif belegten.

Der Umstand, dass das Niveau der warmen Luftschichte in den verschiedenen Thälern nach der Höhenlage der Thalsohlen wechselt und dass die warme Luft in jedem Thalbecken zwischen eine obere und untere kalte Luftmasse gleichsam eingeschichtet ist, weist schon darauf hin, dass die Erscheinung auf locale Ursachen zurückzuführen ist, dass jedes Thal so zu sagen selbst der Kessel ist, in welchem die Erscheinung gebraut wird.

Eine weitere Beobachtung, welche ich auf dem Gipfel des Unnutz zuerst zu machen Gelegenheit fand, führte mich aber auch auf die Spur der Ursachen, welche der jedenfalls localen Erscheinung zu Grunde liegen. Beim Aufwärtssteigen über das insolirte Gehänge des Berges begleitete mich fortwährend ein an dem Gehänge emporfliessender Luftstrom. Am höchsten Gipfel schien dann, so lange die Sonne noch hoch am Himmel weilte, Windstille zu herrschen, aber es war doch an dem Rauche einer ausgelöschten Wachskerze[1] deutlich zu ersehen, dass die Luft von NO gegen SW sich bewegte und dass somit in der Höhe entschieden die polare Strömung herrschte. Als sich die Sonne dann mehr und mehr dem Kamme der westlichen Berge näherte, wurde die bis dahin kaum merkbare Bewegung der Luft sehr lebhaft und nach Untergang der Sonne ward dieselbe so heftig, dass der Aufenthalt auf dem Gipfel fast unleidlich wurde; die kalte Luft wehte nicht nur über den Gipfel in horizontaler Richtung von NO gegen SW, sondern kam auch von dem nördlichen und nordöstlichen Gehänge heraufgeklommen, überfluthete den Gipfel und strömte an der gegenüberliegenden Seite der Tiefe zu. Vom Gipfel über jenes nordöstliche Gehänge, von dem die Luft so lebhaft heraufströmte, etwa 30—40 Mtr. hinab-

[1] Es wurde zur Bestimmung der jeweiligen Windrichtung ein an einem Stocke befestigtes Wachskerzchen benützt. Dasselbe wurde jedesmal angezündet und wieder ausgelöscht und aus der Richtung des nach dem Auslöschen sich entwickelnden voluminösen Rauches die Windrichtung ermittelt.

steigend, traf ich aber Windstille, und wenige Schritte noch weiter abwärts liess sich sogar wieder eine in entgegengesetzter Richtung über das Gehänge nach abwärts fliessende Luftströmung constatiren. Die Luft strömte also nach Sonnenuntergang zu beiden Seiten des Berges dem Thale zu und nahe dem Gipfel lag die Stelle, an welcher sich der herabgezogene Polarstrom gleichsam in zwei Arme theilte, von welchen der eine direct zum Thale hinabgleitete, während der andere zunächst noch eine kurze Strecke über den Gipfel hinaufklimmen musste, um dann von dort aus über das südseitige Gehänge hinabzusinken.

Die Beobachtung dieser Luftströmungen brachte mich nun zuerst auf die Vermuthung, dass die Erscheinung einer relativ hohen Lufttemperatur in der Mittelhöhe der Thalbecken dadurch zu erklären sei: dass die Luft beim Hinabgleiten über die Steilgehänge der Berge verdichtet und dabei ihre Temperatur erhöht wird, und dass man also die hier in Frage kommende Erscheinung in ganz ähnlicher Weise erklären könne, wie von Hann die Erscheinung des Föhns erklärt worden ist.

Es schien nun angezeigt, während einer der Perioden umgekehrter Temperaturabnahme im Bereiche eines und desselben Thalbeckens zu gleicher Zeit auf der Thalsohle, auf einem der angrenzenden Berggipfel und an zwei gegenüberliegenden Punkten in der Mittelhöhe der das Thal einfassenden Bergwände genaue Beobachtungen über den Gang der Temperatur so wie über die Luftströmungen etc. anzustellen, zu allen Tageszeiten die Luft auf ihren Wegen im Bereiche des Thales gewissermassen schrittweise zu verfolgen, um so einen möglichst klaren Einblick in die im Thale stattfindende Lufteirculation und deren Beziehungen zu den Temperaturen in den verschiedenen Höhen zu gewinnen. Hiezu aber bot das west-östlich ziehende breitsohlige Innthal bei Innsbruck, welches im Norden von der langen steilen Wand der Solsteinkette, im Süden von den langgestreckten Schieferbergen der Centralalpen eingerahmt ist, die beste Gelegenheit. Ich wählte daher auch zur Ausführung obgedachter vergleichenden Beobachtungen:

1. Sohle des Innthales. Innsbruck, botanischer Garten. — Seehöhe 575 Mtr.

2. Rumeralpe. Almboden mit einer Sennhütte am südlichen Abfall des 2275 Mtr. hohen Rumerjoches in der dem Innthale parallel laufenden Solsteinkette nördlich von Innsbruck. — Seehöhe 1227 Mtr.

3. Heiligwasser. Gasthaus am nördlichen Abfalle des 2245 Mtr. hohen Patscherkofels in der dem Innthale parallel laufenden Schieferkette südlich von Innsbruck. — Seehöhe 1239 Mtr.

4. Gipfel des Blaser, felsige Kuppe etwas südwestlich von Heiligwasser. — Seehöhe 2240 Mtr.

An den drei ersten Stationen wurde von 4^h Abends des 4. November bis 5^h Abends des 5. November 1874 von halbe Stunde zu halbe Stunde die Temperatur des trockenen und befeuchteten Thermometers, sowie die Temperatur der Oberfläche des Bodens notirt und ausserdem von halbe Stunde zu halbe Stunde die Richtung und Stärke des Windes bestimmt. Auf der 2240 Mtr. hohen felsigen Kuppe des Blaser war es wegen Unwirthlichkeit des Punktes unmöglich, diese Beobachtungen auch die Nacht hindurch auszuführen, und es beschränkten sich dieselben dort auf den Zeitraum von 5^h Morgens bis 5^h Abends des 5. November. Die Thermometer, welche zur Bestimmung der Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit aufgestellt wurden, waren sowohl in Innsbruck als auch auf der Rumeralpe und auf dem Gipfel des Blaser durch entsprechend angebrachte Schirme aus Pappe gegen die Insolation geschützt; bei Heiligwasser an der Nordseite des Patscherkofels war ein solcher Schutz überflüssig, da dort eine Insolation des zur Aufstellung der Instrumente benützten Ortes gar nicht stattfand. Die Kugel des zur Bestimmung der Bodentemperatur benützten Thermometers wurde in ein Grübchen der Erde an trockener Stelle eingesenkt und mit einer 5^{mm} hohen Schichte trockener Erde bedeckt. Die Stelle, wo dieses Thermometer angebracht wurde, war sowohl in Innsbruck als auch auf der Rumeralpe und auf dem Gipfel des Blaser vom Aufgang bis zum Niedergang der Sonne insolirt und gegen die Insolation nicht geschützt. Die Richtung des Windes wurde jedesmal durch den Rauch eines ausgelöschten, 1·5 Mtr. über der Erde an einem Stocke befestigten Wachslichtes bestimmt.

Erstrecken sich die auf die angegebene Weise von mir unter Betheiligung der Herren Hansch, Obrist und Vogel an den vier Stationen gewonnenen Daten auch nur von einem Sonnenuntergang bis zu dem nächsten Sonnenuntergang über 25 Stunden, so sind dieselben doch ganz gut geeignet, ein Licht auf die hier in Frage kommenden Verhältnisse zu werfen. Ja ich bin überzeugt, dass Mittelwerthe aus Beobachtungen, die sich über die ganze Periode umgekehrter Temperaturabnahme vom 25. October bis 10. November 1874 erstreckt haben würden, von unseren Daten nur ganz unbedeutend und unwesentlich differiren könnten. Denn die meteorologischen Verhältnisse waren zwischen 25. October und 10. November wie immer in solchen Perioden umgekehrter Temperaturabnahme in hohem Grade gleichmässig und ein Tag verlief wie der andere. Der Himmel war im Verlaufe dieser 16 Tage stets wolkenlos und der Luftdruck war durch diese ganze Zeit ungewöhnlich hoch und im Mittel 12·5 Mm. über dem normalen [1]. Die Schwankung desselben überstieg in dem ganzen Zeitraum nicht 8 Mm., eine Gleichmässigkeit, welche im Innthale auf so lange Dauer zu den grössten Seltenheiten gehört. Als mittleren Luftdruck berechnete ich für die Periode vom 25. October bis zum Morgen des 10. November in Innsbruck:

6^h mg.	2^h ab.	10^h ab.	Mittel
719·8 Mm.	717·9 Mm.	719·6 Mm.	719·1 Mm.

Während der 25 Stunden, in welchen die gleichzeitigen Beobachtungen an den vier Stationen ausgeführt wurden, stellte sich derselbe in Innsbruck:

6^h mg. (5. Nov.)	2^h ab. (5. Nov.)	10^h ab. (4. Nov.)	Mittel
718·8 Mm.	716·2 Mm.	718·4 Mm.	717·8 Mm.

[1] Es wurde für Innsbruck berechnet:

	6^h	2^h	10^h
Normaler Luftdruck des November:	707·22 Mm.	706·22 Mm.	706·38 Mm.
Mittleres Maximum des Luftdruckes im November:	715·57 Mm.	715·21 Mm.	715·08 Mm.
Höchstes Maximum des Luftdruckes im November:	723·02 Mm.	723·78 Mm.	724·10 Mm.

Vergl. die meteorologischen Verhältnisse Innsbrucks nach den fast hundertjährigen Beobachtungen, berechnet von Dr. K. v. Dalla Torre (Innsbruck 1874) S. 34 u. 38.

Zeit der Beobachtung	Temperatur der Luft nach Celsius				Temperatur der obersten Bodenschichte nach Celsius			
	Innsbruck	Rumeralpe	Heiligwasser	Blasergipfel	Innsbruck	Rumeralpe	Heiligwasser	Blasergipfel
4. Nov. 4h ab.	7·4	10·5	7·4		7·3	13·6	0·5	
4h 30'	5·8	8·5	5·6		5·6	11·3	0·5	
5h	5·6	7·4	5·3		4·4	9·4	0·5	
5h 30'	5·0	6·3	4·9		2·6	8·0	0·4	
6h	3·0	4·4	4·6		2·6	7·0	0·4	
6h 30'	2·6	4·0	4·4		2·0	6·3	0·3	
7h	1·9	3·8	4·3		1·5	5·0	0·3	
7h 30'	1·5	3·5	4·0		0·9	4·0	0·2	
8h	1·1	3·5	3·8		0·4	3·8	0·1	
8h 30'	1·0	3·5	3·8		0·2	3·4	0·1	
9h	1·0	3·3	3·7		0·1	3·1	0·0	
9h 30'	—0·3	3·0	3·6		—0·2	2·9	0·0	
10h	—0·3	3·0	3·5		—0·5	2·7	0·0	
10h 30'	—0·3	2·9	3·5		—1·0	2·7	0·0	
11h	—0·3	2·9	3·4		—1·3	2·6	0·0	
11h 30'	—0·7	2·8	3·3		—1·5	2·5	0·0	
12h	—1·1	2·8	3·2		—1·6	2·5	0·0	
5. Nov. 12h 30' mg.	—1·3	2·7	3·2		—1·7	2·3	0·0	
1h	—1·5	2·7	3·1		—1·8	2·2	0·0	
1h 30'	—1·8	2·6	3·1		—2·0	2·0	0·0	
2h	—1·9	2·5	3·0		—2·0	1·8	0·0	
2h 30'	—2·1	2·5	2·9		—2·1	1·7	0·0	
3h	—2·1	2·5	2·9		—2·1	1·7	0·0	
3h 30'	—2·1	2·4	2·9		—2·3	1·6	0·0	
4h	—2·3	2·4	2·8		—2·4	1·4	0·0	
4h 30'	—2·3	2·5	3·4		—2·4	1·3	0·0	
5h	—2·4	2·5	4·0	—3·8	—2·5	1·0	0·0	—2·4
5h 30'	—2·4	2·6	4·3	—3·8	—3·4	0·5	0·0	—2·4
6h	—2·4	3·5	4·7	—3·9	—3·6	0·4	0·0	—2·4
6h 30'	—2·4	3·8	4·2	—4·0	—3·6	0·4	0·0	—2·4

Feuchtigkeit der Luft in Percenten				Windrichtung und Stärke				Anmerkung
Innsbruck	Rumeralpe	Heiligwasser	Blasergipfel	Innsbruck	Rumeralpe	Heiligwasser	Blasergipfel	
66	72	51		S_0	unt. 0	ob. 2		Die Windrichtung an den beiden am Bergabhange liegenden Stationen Rumeralpe und Heiligwasser wurde als obere (ob.) und untere (unt.) notirt. An der am südlichen Abhange des Rumerjoches im Norden der Thalsohle des Innthales liegenden Station Rumeralpe fliesst der obere Wind in der Horizontalprojection von N nach S; der untere Wind von S nach N. — An der am nördlichen Abhange des Patscherkofels im Süden der Thalsohle des Innthales liegenden Station Heiligwasser fliesst in der Horizontalprojection der obere Wind von S nach N; der untere Wind von N nach S. — Auf dem Blasergipfel fliesst der entlang dem südlichen Gehänge aufsteigende untere Luftstrom in der Horizontalprojection von S nach N.
72	75	50		S_0	unt. 0	ob. 2		
69	76	57		S_0	unt. 0	ob. 2		
74	78	55		S_0	unt. 0	ob. 2		
81	64	52		N_1	unt. 0	ob. 1		
82	64	53		N_0	ob. 0	ob. 1		
86	67	54		N_0	ob. 1	ob. 1		
87	67	54		N_0	ob. 2	ob. 2		
89	67	57		N_0	ob. 1	ob. 1		
88	65	50		N_0	ob. 1	ob. 1		
87	64	47		N_0	ob. 1	ob. 1		
87	69	50		N_0	ob. 1	ob. 1		
86	69	48		N_0	ob. 1	ob. 1		
88	70	54		N_0	ob. 1	ob. 1		
90	70	50		N_0	ob. 1	ob. 1		
90	70	49		N_0	ob. 1	ob. 1		
90	71	49		N_0	ob. 0	ob. 1		
91	75	53		N_0	ob. 1	ob. 1		
91	75	54		N_0	ob. 1	ob. 1		
92	77	56		N_0	ob. 1	ob. 1		
92	78	53		N_0	ob. 1	ob. 1		
91	81	54		N_0	ob. 0	ob. 1		
90	80	54		N_0	ob. 0	ob. 1		
90	83	53		N_0	ob. 0	ob. 1		
91	85	54		N_0	ob. 1	ob. 2		
91	86	54		N_0	ob. 1	ob. 2		
92	83	48	82	N_0	ob. 2	ob. 2	NO_4	
92	84	40	84	N_0	ob. 2	ob. 2	NO_4	
92	65	43	85	N_0	ob. 1	ob. 2	NO_3	
95	65	40	87	N_0	ob. 1	ob. 2	N_3	

Zeit der Beobachtung	Temperatur der Luft nach Celsius				Temperatur der obersten Bodenschichte nach Celsius			
	Innsbruck	Rumeralpe	Heiligwasser	Blasergipfel	Innsbruck	Rumeralpe	Heiligwasser	Blasergipfel
7^h mg.	—2·6	4·4	4·2	—4·0	—3·8	0·4	0·0	—2·4
7^h 30'	—2·8	3·8	4·8	—4·0	—3·7	0·2	0·0	—2·4
8^h	—2·6	9·0	4·3	—2·3	—3·6	1·3	0·0	—2·0
8^h 30'	—0·7	10·8	3·8	—2·0	—2·9	2·8	0·0	—0·9
9^h	+1·5	12·4	3·7	—1·6	+2·8	5·3	0·0	—0·3
9^h 30'	2·9	13·5	4·1	—1·0	4·6	7·5	0·1	+0·2
10^h	4·0	14·1	4·3	+3·3	7·3	10·3	0·2	1·0
10^h 30'	5·9	14·5	4·6	3·7	9·1	12·5	0·3	1·0
11^h	7·8	16·0	5·4	4·3	12·5	15·4	0·3	1·2
11^h 30'	9·1	16·6	6·0	4·0	14·6	17·0	0·3	4·5
12^h	10·3	17·0	6·4	5·2	15·5	18·8	0·3	7·0
12^h 30' ab.	10·8	18·3	7·0	5·3	16·1	19·4	0·3	7·5
1^h	11·9	17·5	7·6	6·4	17·0	20·0	0·3	7·7
1^h 30'	12·6	16·9	6·6	6·1	17·5	20·1	0·4	7·7
2^h	12·8	16·8	6·7	5·7	17·4	20·0	0·5	6·3
2^h 30'	12·1	16·5	7·6	5·3	12·9	18·9	0·8	5·0
3^h	11·4	15·8	7·8	4·9	10·6	18·8	1·0	4·7
3^h 30'	10·3	14·0	7·4	3·3	8·6	17·5	0·8	3·3
4^h	9·6	12·8	7·3	0·2	7·8	15·1	0·6	0·0
4^h 30'	7·6	10·8	6·8	—0·2	6·3	13·8	0·5	—0·2
5^h	5·6	7·6	5·6	—1·3	4·8	11·8	0·5	—0·8

Feuchtigkeit der Luft in Percenten				Windrichtung und Stärke				Anmerkung
Innsbruck	Rumeralpe	Heiligwasser	Blasergipfel	Innsbruck	Rumeralpe	Heiligwasser	Blasergipfel	
96	61	45	87	N_0	ob. 2	ob. 1	NO_3	
100	69	44	88	N_0	ob. 2	ob. 2	NO_3	
96	63	35	85	SO_1	unt. 0	ob. 1	NO_2	
88	76	45	86	SO_2	unt. 0	ob. 1	NO_1	
88	62	49	85	SO_2	unt. 0	ob. 2	NO_1	
86	64	47	72	SO_1	unt. 0	ob. 1	NO_1	
82	65	46	60	S_0	unt 0	ob. 0	NO_1	
66	67	46	46	S_0	unt. 0	ob. 0	NO_1	
55	68	39	41	S_0	unt. 0	ob. 0	NO_1	
55	68	40	37	S_0	unt. 0	ob. 0	unt. 0	
56	63	38	34	S_0	unt. 1	ob. 0	unt. 0	
56	61	32	35	S_0	unt. 1	ob. 1	unt. 0	
49	64	35	53	S_0	unt. 1	ob. 2	unt. 1	
48	69	38	60	S_0	unt. 0	ob. 1	unt. 1	
41	70	37	68	S_0	unt. 0	ob. 1	unt. 0	
45	72	45	67	SO_1	unt. 0	ob. 1	NO_0	
46	75	46	71	S_2	unt. 0	ob. 1	NO_1	
52	75	50	75	S_2	unt. 0	ob. 1	NO_2	
58	77	49	84	S_2	unt. 0	ob. 2	NO_4	
68	76	47	89	S_1	unt. 0	ob. 2	NO_4	
77	77	44	91	S_0	unt. 0	ob. 2	NO_4	

Anmerkung: Die Windrichtung an den beiden am Bergabhange liegenden Stationen Rumeralpe und Heiligwasser wurde als obere (ob.) und untere (unt.) notirt. An der am südlichen Abhange des Rumerjoches im Norden der Thalsohle des Innthales liegenden Station Rumeralpe fliesst der obere Wind in der Horizontalprojection von N nach S; der untere Wind von S nach N. — An der am nördlichen Abhange des Patscherkofels im Süden der Thalsohle des Innthales liegenden Station Heiligwasser fliesst in der Horizontalprojection der obere Wind von S nach N; der untere Wind von N nach S. — Auf dem Blasergipfel fliesst der entlang dem südlichen Gehänge aufsteigende untere Luftstrom in der Horizontalprojection von S nach N.

und es beträgt demnach die Abweichung des Luftdruckes in der ganzen Periode umgekehrter Wärmeabnahme nur 1·3^{mm}. Aehnlich aber wie mit dem Luftdruck verhielt es sich mit den anderen meteorologischen Erscheinungen, und speciell von den localen Luftströmungen will ich noch erwähnen, dass sie über der Thalsohle bei Innsbruck mit grösster Regelmässigkeit in diesen 16 Tagen genau so wechselten wie am 4. und 5. November, an welchen Tagen die vergleichenden Beobachtungen an den vier Stationen ausgeführt wurden.

Die vorstehende Tabelle enthält nun die an den vier oben bezeichneten Stationen gewonnenen Daten.

Ueberblickt man diese in der vorstehenden Tabelle mitgetheilten Daten und die auf Grund dieser Daten entworfenen Curven (Taf. 1), so ergibt sich zunächst als auffälligstes Resultat die Erhöhung der Lufttemperatur in dem Höhengürtel, in welchem die Stationen Rumeralpe und Heiligwasser liegen, sowohl über die Lufttemperatur der um 650 Mtr. tiefer liegenden Station Innsbruck, als auch der um 1009 Mtr. höher gelegenen Station Blasergipfel.

Die mittlere Lufttemperatur des ganzen Beobachtungszeitraumes, respective das Mittel aus den halbstündigen Ablesungen von einem Sonnenuntergang bis zum nächsten Sonnenuntergang, stellte sich:

in der Thalsohle (Innsbruck, 575 Mtr.) . . . . +2·16° C.
am Gehänge { Südabd. (Rumeralpe, 1227 Mtr.) . . +7·06° C. / Nordabd. (Heiligwasser 1239 Mtr.) +4·26° C. } Mittel 5·66° C.
am Gipfel (Blaser 2240 Mtr.) . . . . —0·64° C.

Die höchste Temperatur, welche die das Thal erfüllende Luft erreichte, war 18·3° C. Es war dies das Maximum der Lufttemperatur, welches sich auf der Rumeralpe um 12^{h} 30′ einstellte und es war dasselbe um 5·5° höher als das in Innsbruck sich um 2^{h} ab. mit 12·8° C. einstellende Maximum. Im Laufe des Nachmittags wurde die Differenz zwischen der Lufttemperatur an diesen beiden Stationen allmälig kleiner und kleiner, und kurz nach Sonnenuntergang, um 5^{h} 30′ ab. war die Lufttemperatur bei der Rumeralpe nur mehr um 1·3° höher als jene im Thalgrunde in Innsbruck. Von da an erhielt sich die Nacht hindurch die Lufttemperatur bei der Rumeralpe zwischen 4° und 2·5°, und sank überhaupt nur bis 2·4°, während in Innsbruck

die Temperatur der Luft nach Sonnenuntergang rasch unter Null sank und sich bis zu —2·8° C. erniedrigte. Während aber dieses Minimum sich in Innsbruck unmittelbar vor Sonnenaufgang einstellte, trat das Minimum — was sehr bemerkenswerth ist — auf der Rumeralpe schon um 3^h 30′ morg., also $4^1/_2$ Stunden vor Sonnenaufgang ein. Von 3^h 30′ morg. angefangen fand dort bereits wieder eine Erhöhung der Temperatur statt, und während das Thermometer um 7^h morg., also eine Stunde vor Sonnenaufgang in Innsbruck die Temperatur — 2·8° zeigte, war das Thermometer auf der Rumeralpe bereits bis + 4·4° gestiegen! Noch viel auffallender trat diese Erscheinung bei Heiligwasser an dem nordseitigen, während des ganzen Beobachtungszeitraumes nicht insolirten Abhange der das Innthal nach Süden begrenzenden Bergwand hervor. Das Maximum der Lufttemperatur, welches dort erst um 3^h ab. mit 7·8° erreicht war, blieb hinter dem Maximum Innsbrucks um 5 Grade zurück. Ueberhaupt war fast so lange, als unten der Thalboden insolirt war, bei Heiligwasser die Lufttemperatur tiefer als jene in Innsbruck. Schon um 10^h 30′ morg. war die Temperatur bei Heiligwasser hinter jener in Innsbruck um 1·3° zurückgeblieben und in dem Masse, als dann die Lufttemperatur über dem insolirten Boden des Innthales sich mehr und mehr erhöhte, wurde die Differenz der Temperaturen zunächst allmälig grösser, mit sinkender Sonne aber allmälig wieder kleiner. Es zeigte sich von halbe Stunde zu halbe Stunde bei Heiligwasser ein Zurückbleiben der Lufttemperatur (im Vergleiche zu Innsbruck) von 10^h 30′ morg. angefangen um: 1·3°, 2·4°, 3·1°, 3·9°, 3·8°, 4·3°, 6·0°, 6·1° (diess die grösste Differenz um 2^h ab.), 4·5°, 3·6°, 2·9°, 2·3°, 0·8°, 0·0°, 0·2°, 0·3°, 0·1°. Bald nach Sonnenuntergang, nämlich um 6^h ab., änderte sich aber das Verhältniss, und nun war die ganze Nacht hindurch bis 10^h morg. des anderen Tages die Lufttemperatur bei Heiligwasser höher als jene in dem 664 Mtr. tieferliegendem Innsbruck. Es zeigte sich von halbe Stunde zu halbe Stunde (von 6^h ab. angefangen) bei Heiligwasser ein höherer Stand des Thermometers um 1·6°, 1·8°, 2·4°, 2·5°, 2·7°, 2·8°, 2·7°, 3·9°, 3·8°, 3·8°, 3·7°, 4·0°, 4·3°, 4·5°, 4·6°, 4·9°, 4·9°, 5·0°, 5·0°, 5·0°, 5·1°, 5·7°, 6·4°, 6·7°, 7·1°, 6·6°, 6·8°, 7·6° (diess die grösste Differenz um 7^h 30′ morg.), 6·9°, 4·5°,

2·2°, 1·2°, 0·3°. Wirft man einen Blick auf die Temperaturcurve der Station Heiligwasser, so fällt nun aber weiterhin sowie bei jener der Rumeralpe die Erhebung derselben noch lange vor Sonnenaufgang auf. Die Nacht hindurch erhielt sich die Temperatur bei Heiligwasser ziemlich gleichmässig zwischen 3 und 4 Grad über Null; um 4^h morg. war das Minimum mit + 2·8° erreicht und von da an begann bereits eine Erhöhung der Temperatur. Die Zunahme war aber keine gleichmässige, sondern es zeigten sich fortwährend kleine Schwankungen, die schon zur Zeit der Beobachtung so auffallend hervortraten, dass dadurch Veranlassung gegeben wurde, in diesem Zeitraume von 10 zu 10 Minuten am Thermometer abzulesen. Es wurde hiebei notirt:

4^hmg.	$4^h 10'$	$4^h 20'$	$4^h 30'$	$4^h 40'$	$4^h 50'$	5^h	$5^h 10'$	$5^h 20'$	$5^h 30'$	$5^h 40'$
2·8°	3·0°	3·2°	3·4°	3·6°	3·8°	4·0°	4·3°	4·7°	4·3°	4·2°
$5^h 50'$	6^h	$6^h 10'$	$6^h 20'$	$6^h 30'$	$6^h 40'$	$6^h 50'$	7^h	$7^h 10'$	$7^h 20'$	
4·5°	4·7°	4·2°	3·8°	4·2°	4·6°	4·1°	4·2°	5·0°	4·8°	
$7^h 30'$	$7^h 40'$	$7^h 50'$	8^h	$8^h 10'$	$8^h 20'$	$8^h 30'$	$8^h 40'$	$8^h 50'$	9^h	$9^h 10'$
4·8°	4·0°	4·4°	4·3°	4.2°	4·0°	3·8°	4·3°	4·0°	3·7°	4·1°
$9^h 20'$	$9^h 30'$	$9^h 40'$	$9^h 50'$	10^h	$10^h 10'$	$10^h 20'$	$10^h 30'$	$10^h 40'$	$10^h 50'$	
4·5°	4·1°	4·7°	4·5°	4·3°	4·7°	4·7°	4·6°	4·9°	5 2°	

Von 10^h 30′ angefangen war dann eine gleichmässige Zunahme der Temperatur zu beobachten.

In Innsbruck und auf dem Gipfel des Blaser war von derartigen Oscillationen im Gange der Temperatur und auch von einer solchen Zunahme der Temperatur vor Sonnenaufgang nichts zu bemerken.

Auf dem Gipfel des Blaser sank die Temperatur der Luft vor Sonnenaufgang bis — 4·0°, erhöhte sich zwar alsbald etwas, nachdem die ersten Sonnenstrahlen auf dem Gipfel anschlugen, erhielt sich aber doch noch bis 9^h 30′ Vormittags unter Null. Erst um 10^h morg. erhob sich dann die Temperatur der Luft über Null, erreichte um 1^h zur Zeit der kräftigsten Insolation, und als sich ein aufsteigender Luftstrom einstellte mit + 6·4° ihr Maximum, erhielt sich dann im Verlaufe des Nach-

mittags bis 3^h zwischen 6 und 4 Grad über Null, sank dann aber rasch herab und war bereits kurz vor Sonnenuntergang um 4^h 30′ ab. wieder unter Null.

Wenn es sich nun um eine Erklärung der hier dargestellten relativen Erhöhung der Lufttemperatur in der Mittelhöhe der Thalbecken handelt, so muss man bei derselben nach meinem Dafürhalten zunächst zwei Vorgänge auseinander halten, nämlich einmal die Erhöhung zur Zeit des Sonnenscheins und dann die Erhöhung während der Nacht.

Die relative Erhöhung der Lufttemperatur zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang tritt nach den oben mitgetheilten Beobachtungen in der Mittelhöhe der Thalbecken nur über dem bei Tage insolirten Gehänge auf und ist dort zum guten Theil auch gewiss aus der Insolation zu erklären.

Als einen Vortheil, welchen in Betreff der Insolation höher gelegene Punkte an Bergabhängen und Berggipfeln im Vergleiche zu Punkten des Thales geniessen, mag man zunächst ansehen, dass die Höhen früher von den Sonnenstrahlen getroffen und später von denselben verlassen werden, als die zunächst gelegenen Thalböden. Die durch die Seehöhe bedingte Verlängerung des Tages, beziehungsweise der Insolation beträgt für 1500 Meter hoch gelegene Punkte 10 Minuten, für 2500 Meter hoch gelegene Punkte 12 Minuten und für 3000 Meter hoch gelegene Gipfel 14 Minuten. In dem Höhengürtel, in welchem man in unseren Alpenthälern im Spätherbste und Winter die Luftschichten mit relativ hoher Temperatur antrifft, beträgt dieselbe 8—11 Minuten. Wenn man nun bedenkt, wie unbedeutend in diesen wenigen Minuten, kurz nach dem Aufgang und kurz vor dem Untergang der Sonne der Effect der Sonnenstrahlen ist, so wird man, wenigstens in breiten Thalbecken, in welchen eben nur diese geringe Differenz zwischen der Insolationsdauer der Gehänge und der Insolationsdauer der Sohle besteht, davon abstehen, die Verlängerung des Tages auf den Bergen mit der Erhöhung der Lufttemperatur in der Mittelhöhe der Thalbecken in eine Verbindung zu bringen. Zudem lehrt ja die Erfahrung, dass noch weiter aufwärts, an Punkten, wo die Insolationsdauer eine noch grössere ist als in der Mittelhöhe der Thalbecken, die Lufttemperatur nicht zunimmt, sondern abnimmt. In engen Thälern

dagegen, welche nach Süden zu von steilen und hohen die Sonnenstrahlen im Spätherbst und Winter von dem Thalboden täglich mehrere Stunden, ja selbst den ganzen Tag abhaltenden Bergwänden eingefasst sind, wird die Insolation sonnseitiger, über den beschatteten Thalboden sich aufböschender Gehänge eine wichtige Rolle spielen und im Verlaufe des Tages eine bedeutende relative Erhöhung der Temperatur der über diesem südseitigen Gehänge ausgebreiteten Luft bewirken.

Bei weitem wichtiger aber scheint mir in dieser Beziehung der Umstand, dass die südlich exponirten Steilgehänge der das Thal einrahmenden Berge im Spätherbste und Winter von den Strahlen der in dieser Jahresperiode bei uns tiefstehenden Sonne senkrecht oder nahezu senkrecht getroffen werden, während gleichzeitig die Sonnenstrahlen auf die ebenen Thalböden und die sanfteren Abdachungen des Hügellandes schräg auffallen. Es spielt sich ja hier im Kleinen über jeder südlich abfallenden Bergwand und der anstossenden Thalsohle ein ganz ähnlicher Vorgang ab, wie er im grossen Massstabe in der äquatorialen Zone stattfindet. Dem Sonnenlaufe folgend rückt z. B. im Innthale bei Innsbruck (47° 44′ g. B.) das von den Sonnenstrahlen am intensivsten erwärmte Gebiet bis Ende Jänner gegen die Steilgehänge empor, um von da an bis gegen Ende Juni allmälig wieder gegen die ebeneren Thalböden zurückzuwandern, oder mit anderen Worten: im Jänner sind es die Steilgehänge mit 70 Grad Neigung, im Juni und Juli dagegen die sanften in die Thalsohle verlaufenden Abdachungen mit einer Neigung von 25 Grad, welche von den Sonnenstrahlen Mittags fast rechtwinkelig getroffen werden. Eine Böschung von 38 Grad hat daher auch beispielsweise am 1. November dieselbe Insolation, wie sie der ebenen Thalfläche am 1. Juli zukommt, und eine Steilwand von 70 Grad Neigung zum Horizont wird in der Breite von Innsbruck am 1. December Mittags unter einem Winkel von 90·56° von den Sonnenstrahlen getroffen, während zu gleicher Zeit ebendort die Sonnenstrahlen auf ebene Flächen unter einem Winkel von 20·56° einfallen. Die südseitigen Steilgehänge befinden sich daher gegenüber den Thalböden im Spätherbste und Winter in Betreff der Erwärmung durch die Sonnenstrahlen in unzweifelhaftem Vortheile, und da diese Gehänge gleich erwärmten Öfen die umgebende Luftmasse

heizen, so wird auch die über den südlich exponirten Bergabhängen ausgebreitete Luft im Vergleiche zu jener, welche über den ebenen Thalböden lagert, günstigere Temperaturverhältnisse zeigen. Alles, was die Erwärmung des Bergabhanges oder Bergabsturzes durch die Sonnenstrahlen begünstiget, wird auch zur Erhöhung der Temperatur der über den Berggehängen ausgebreiteten Luft beitragen. Heiterer Himmel, trockene dünne Luft, felsiger, schneeloser Boden werden als begünstigende Momente, wolkiger Himmel, feuchte dichtere Luft und eine mächtige über dem Gehänge ausgebreitete Schneedecke als ungünstige, die Erwärmung beeinträchtigende Momente anzusehen sein.

In dem hier behandelten Falle nehme ich keinen Anstand, die Erhöhung der Lufttemperatur am Tage auf der am Abhange der Solsteinkette an einer mittleren Böschung von 40 Graden liegenden Rumeralpe über die Lufttemperatur des auf dem ebenen Thalboden, 652 Mtr. tiefer liegenden Innsbruck durch die günstigere Insolation, deren sich im ersten Drittel des November 1874 das dazumal noch ganz schneefreie Gehänge gegenüber dem Thalboden erfreute, theilweise zu erklären.[1] — Ich sage aber ausdrücklich nur theilweise; denn für alle Tagesstunden würde diese Erklärung doch nicht zureichen. Es lässt sich nämlich nur dann behaupten, es stamme die Temperatur einer an Feuchtigkeit armen Luft von dem unter ihr erwärmten Gehänge her, wenn die Oberfläche dieses Gehänges selbst eine höhere oder doch wenigstens die gleiche Temperatur zeigt, wie man sie an der über dem Gehänge ausgebreiteten Luft beobachtet. Auf der Rumeralpe war aber die insolirte Oberfläche des Bodens nur von 11^h $30'$ mg. bis 8^h ab. wärmer als die Luft. Dagegen zeigte die Luft kurz nach Sonnenaufgang schon eine Schattentemperatur von + 9·0°, obschon die oberflächlichste, nahezu eine Viertelstunde insolirte Erde erst bis zu + 1·3° erwärmt war. Noch $1^1/_2$ Stunden nach Aufgang der Sonne und nach Beginn der Insolation war dort die Luft im Schatten um 6 Grad wärmer als die insolirte Bodenoberfläche, wäh-

---

[1] Auf die wichtige Bedeutung der Insolation als Anregungsmittel der Luftcirculation in den Alpenthälern komme ich im Nachfolgenden noch zurück.

rend gleichzeitig unten in Innsbruck und oben am Gipfel des Blaser der Boden alsbald nach eingetretener Besonnung eine höhere Temperatur zeigte als die Luft.

Kann nun schon die im Laufe des Tages während der Insolation in der Mittelhöhe der Thalbecken am südseitigen Gehänge stattfindende relative Erhöhung der Lufttemperatur nur theilweise direct von der Insolation abgeleitet werden, so lässt sich die im Laufe der Nacht stattfindende relative Erhöhung und insbesondere das merkwürdige Steigen des Thermometers lange vor Sonnenaufgang, aus der Insolation absolut nicht erklären. Bei Heiligwasser wurde ja das nordseitige Gehänge, an welchem die Instrumente aufgestellt waren, während der ganzen Dauer der Beobachtung von keinem Sonnenstrahle getroffen; die Temperatur der Erdoberfläche erhielt sich dort während der ganzen Beobachtungszeit zwischen 0° und + 1·0, und doch erhöhte sich auch dort die Temperatur der Luft um 3^h ab. bis zu 7°·8, sank selbst in der Nacht nicht unter + 2·8° und zeigte schon von 4^h morg. angefangen wieder eine Erhöhung. Diese Wärme der Luft stammte also jedenfalls nicht vom Boden her, sondern es ist augenscheinlich, dass umgekehrt der Boden bei Heiligwasser die geringe Temperaturerhöhung (um 1°), welche er zwischen 9^h 30′ morg. und 2^h 30′ ab. erfuhr, der über ihn hingleitenden wärmeren Luft verdankte.

Woher dann aber diese relativ hohe Lufttemperatur?

Da an dem nördlich exponirten Berggehänge, an welchem die Station Heiligwasser liegt, ununterbrochen Tag und Nacht eine thalwärts gerichtete Luftströmung constatirt wurde, so ist man angewiesen, die Quelle der höheren Temperatur weiter oben in grösserer Höhe zu suchen. Weiter aufwärts aber, in jenen Regionen, aus welchen die Luft herabströmte, zeigte die Luft schon bei 2240 Mtr. eine Temperatur, die niedriger war als jene bei Heiligwasser, und so bleibt denn nur noch die einzige Erklärung übrig, dass sich bei dem Hinabsinken der Luft längs den Gehängen ihre Temperatur erhöht, indem die Luft einem desto grösseren Druck ausgesetzt wird, je tiefer sie gegen den Thalgrund hinabgezogen wird.

Wenn die Luft der Gipfelhöhe zunächst darum in's Sinken geräth, weil sie dort oben in Folge starker Ausstrahlung Wärme verliert, verdichtet und specifisch schwerer wird, so wirkt anderseits der Thalgrund aspirirend ein.

So wie auf den Gipfeln und Rücken der Berge findet ja nach Sonnenuntergang auch auf der Thalsohle eine sehr starke Ausstrahlung des Bodens statt; der Boden und die Luft des Thalgrundes erleiden dadurch eine Einbusse an Wärme; die Luft verdichtet sich auch dort und wird schwerer, kann aber nicht tiefer sinken und nicht abfliessen und ruht nun unbewegt und festgebannt über dem Thalboden so lange ausgegossen, bis die Insolation am nächsten Tage wieder wirksam wird. Wenn nun die Temperatur im Thalgrunde in Folge der Ausstrahlung sinkt und die den Boden deckende Luft sich dort verdichtet, so wird dadurch Luft zur Raumausfüllung herbeigezogen und es wirkt so der Thalgrund jedenfalls als Aspirator. Die von der Gipfelhöhe über das schattenseitige Gehänge herabsinkende und aspirirte Luft ist zwar bei diesem Herabströmen gleichfalls dichter geworden, aber nicht in Folge der Ausstrahlung von Wärme, sondern in Folge des grösseren Druckes, dem sie in den tieferen Regionen ausgesetzt ist. Sie zeigt darum auch nicht eine verminderte, sondern in Folge des Freiwerdens von Wärme bei dem Herabsinken und der Verdichtung eine erhöhte Temperatur. Es vermag auch diese über das schattenseitige Gehänge herabgeströmte Luft die unter ihr stagnirende noch dichtere und schwerere durch Ausstrahlung erkaltete Luft des Thalgrundes nicht zu verdrängen, sondern breitet sich über dieser wie Öl über Wasser aus.

Die Beobachtungen haben nun weiters festgestellt, dass nach Sonnenuntergang auch der bis dahin längs den sonnseitigen Gehängen emporgestiegene Luftstrom durch einen herabsinkenden Luftstrom ersetzt wird.

Die über den Berggipfeln nach Sonnenuntergang rasch und stark erkaltende und specifisch schwerer werdende Luft fliesst eben auch an der Südseite längs dem Gehänge gegen den aspirirenden Thalgrund herab und drängt die aufgelockerte relativ warme über dem tagsüber insolirten warmen Gehänge ausgebreitete Luft, welche bisher längs dem Gehänge emporgestiegen

war, seitlich, und dann über die Mitte des Thalbeckens hin nach aufwärts.

Um 6^h 30′ ab. scheint dieses Verdrängen bereits erfolgt zu sein; denn um diese Zeit war bei der Rumeralpe schon eine thalwärts gerichtete Luftströmung zu bemerken und die Temperatur der abwärtsfliessenden Luft war um 6^h 30′ ab. nahezu dieselbe wie an der gegenüberliegenden Thalseite in gleicher Höhe bei Heiligwasser.[1] Die über das Gehänge nach 6^h 30′ ab. von den Gipfeln und Rücken der Berge herabfliessende Luft änderte nun geraume Zeit ihre Temperatur nur wenig; sie hatte sich jedenfalls durch das Herabströmen aus der Gipfelhöhe der Berge bis zur Höhe der Rumeralpe um circa 5° erwärmt und ergoss sich nun ganz ähnlich wie die längs dem gegenüberliegenden nordseitigen Thalgehänge herabfliessende Luft über die zu unterst dem Thalboden auflagernde kalte, seeartig stagnirende Luftschichte. Jedenfalls müssen sich über der Mitte des Thales oberhalb der den Thalgrund erfüllenden stagnirenden Luftschichte diese zwei Luftströme treffen und es muss dort eine Stauung, eine Anhäufung dichter Luft mit relativ hoher Temperatur zu Stande kommen. Die in der Mitte des Thales gestaute Luft wird nun aber nach aufwärts gezogen; sie wird sich, wenn auch sehr langsam, in der Richtung des geringsten Widerstandes, und das ist jedenfalls in verticaler Richtung, nach aufwärts bewegen, dabei in dem nach aufwärts erweiterten Thalbeken ein grösseres Volumen einehmen, sich ausdehnen, einem geringeren Druck ausgesetzt sein und eine geringere Temperatur annehmen. In der Höhe der Berggipfel angelangt, wird sie eine Temperatur zeigen, welche von jener des oben in horizontaler Richtung dahinfliessenden Polarstromes nur wenig abweicht, und weit entfernt den Polarstrom zu alteriren, wird sie vielmehr von diesem in's Schlepptau genommen und in südlicher Richtung gegen die Kuppen, Kämme und Gipfel der das Thal nach Süden zu umrandenden Berge hingeleitet. Hier findet

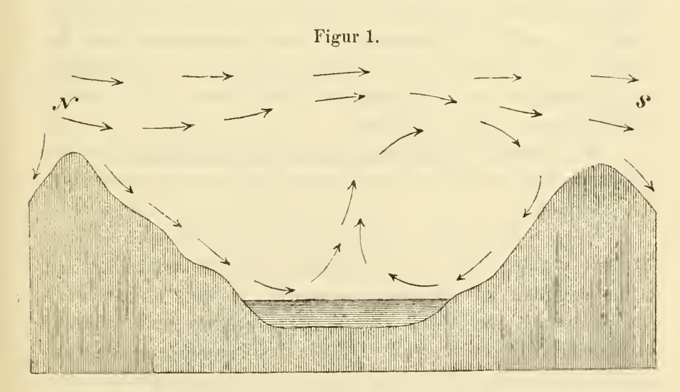
---

[1]

6^h ab.	Rumeralpe, 1227 Mtr. am südseitigen Gehänge . .	+ 4·4°
	Heiligwasser, 1239 Mtr. am nordseitigen Gehänge .	+ 4·6°
6^h 30′ ab.	Rumeralpe	+ 4·0°
	Heiligwasser	+ 4·4°

zudem nach Sonnenuntergang eine lebhafte Aspiration statt und jeder Rücken und jede Kuppe saugt gewissermassen die über ihr ausgebreitete Luft an. Nach Sonnenuntergang erkalten ja, wie schon bemerkt, die Gipfel und Rücken der Berge sehr bedeutend in Folge der starken Strahlung gegen den wolkenlosen Himmel und mit ihnen auch die sie umgebende Luft. Diese sinkt, dichter geworden, in die Tiefe, was aber nur dadurch möglich ist, dass dabei wärmere Luft verdrängt wird. Ueber der Mitte des Thalbeckens vermag sie nicht zur Tiefe abzufliessen, da dort die ganze Nacht hindurch ein Empordrängen von Luft stattfindet. Das natürlichste Rinnsal bilden daher die Berggehänge und in der That findet von den Gipfeln, Kämmen und Rücken die ganze Nacht hindurch über Nord- und Südabfall des Bergzuges ein Strömen der Luft nach abwärts statt. Die Luft, die in die Tiefe sinkt, muss aber ersetzt werden, und so wirkt die einmal eingeleitete Strömung auch aspirirend auf die zu den Berggipfeln hinfliessende Luft des Polarstromes so wie auf die über der Mitte des Thales emporgekommene und durch den Polarstrom südwärts abgelenkte Luftmasse ein. Wie aus dieser Darstellung ersichtlich, findet demnach in jedem Thalbecken von Sonnenuntergang bis zum nächsten Sonnenaufgang eine ganz eigenthümliche Circulation der Luft statt, welche sich durch die beifolgende Skizze schematisch ausdrücken lässt:

Figur 1.



Wenn bei dieser Circulation eine fortwährende Erhöhung der Temperatur bei dem Herabsinken der Luft über die Gehänge und eine fortwährende Erniedrigung der Temperatur beim Emporsteigen der Luft über der Thalmitte stattfindet, so ist hiedurch eine allmälige allgemeine mittlere Wärmeabnahme der ganzen das Thalbecken erfüllenden und theilweise in Circulation befindlichen Luft im Verlaufe der Nacht nicht verhindert. Die Luft über den Kuppen und Rücken der Berge ebenso wie über dem ebenen Thalboden erkaltet ja die ganze Nacht hindurch sehr bedeutend, ebenso verlieren die Gehänge der Thalwände, wenn auch weit weniger, die Nacht hindurch Wärme durch Strahlung, und es wird in Folge dieses Umstandes auch die über die Gehänge thalwärts strömende Luft eine, wenn auch geringe Einbusse an Wärme erleiden. Das schliesst natürlich durchaus nicht aus, dass beim Hinabfliessen der Luft über die Gehänge fortwährend Wärme frei wird, welche die Temperatur dieser Luft in der Mittelhöhe der Thalbecken erhöht. Diese Erhöhung wird eben um den Betrag der durch Strahlung verloren gehenden Wärme geringer sein. Wenn beispielsweise die Luft zur Zeit des Sonnenunterganges über dem Gipfel eines Berges eine Temperatur von 0° hatte und dann beim Herabsinken zur Seehöhe von 1000 Mtr. eine Temperatur von + 5° erreichte, so wird sie später (etwa um Mitternacht), wenn ihre Temperatur über dem Gipfel bis — 2° gesunken war, bei dem Herabsinken über das Gehänge zur Seehöhe von 1000 Mtr. nicht mehr eine Erhöhung um 5 Grade zeigen, also nicht die Temperatur + 3°, sondern vielleicht nur + 2·5° erreichen.

Der allmälige nach Sonnenuntergang beginnende Wärmeverlust war denn auch in der That an allen vier Stationen deutlich zu ersehen.

Sehr merkwürdig ist nun aber, dass, wie schon wiederholt bemerkt wurde, über dem Thalboden diese Abnahme bis zum Sonnenaufgang gleichmässig fortschritt, so dass in Innsbruck das Minimum erst um 7 Uhr Morgens erreicht war, während über den Gehängen in der Mittelhöhe des Thalbeckens die Temperatur der Luft schon vier Stunden vor Sonnenaufgang zuzunehmen begann. Die Zunahme innerhalb dieser vier Stunden

war allerdings keine regelmässige, sondern sie war hüben und drüben von kleinen Rückgängen unterbrochen und sie war auch keine bedeutende; denn sie betrug von 4^h bis 7^h $30'$ morg. bei Heiligwasser nur 2° und auf der Rumeralpe nur 1·4°. Sie war aber unzweifelhaft vorhanden und traf mit der grössten Erniedrigung der Lufttemperatur und einer dadurch veranlassten starken Condensation des Wasserdampfes über Thalboden und Gipfel zusammen, die zur Folge hatte, dass dort Erdreich, Halme und Gesträuche mit voluminösem Reife belegt wurden. Auch vorübergehende Nebelbildung wurde zu dieser Zeit im Thalgrunde an einigen Stellen beobachtet und es erstreckten sich die Nebelbänke genau so weit aufwärts, als die im Thalgrunde stagnirende kalte Luft reichte. Über dem Niveau des kalten Luftsees, über jener Grenze, wo wärmere, weniger dichte Luft über sie dahinfloss und auflagerte, erschien die Nebelmasse wie abgeschnitten. Das lebhaftere Abwärtsströmen der Luft, welches gerade zu dieser Zeit sowohl am Gipfel als auch an den beiden Thalseiten beobachtet wurde, deutet darauf hin, dass dazumal sowohl oben als auch unten eine lebhaftere Aspiration stattfand. Diese stärkere Aspiration wird aber nur so erklärt werden können, dass sowohl oben wie unten auch der durch Verdichtung von Wasserdampf leer werdende Raum ausgefüllt werden musste. Es wurde dadurch noch rascher als bisher eine grössere Luftmenge von der Gipfelhöhe in tiefere Regionen geführt und dadurch die Stauung der Luft im Thalbecken noch vermehrt. Die Condensation der Wasserdämpfe auf Bergkuppe und Thalboden hatte aber auch noch eine andere Folge. Die Luft, welche nun längs dem Gehänge mit lebhafter Strömung thalwärts gelangte, ward oben entfeuchtet, und die Temperaturerhöhung der beim Abwärtsfliessen unter einen höheren Druck gelangenden trockeneren Luft war nun bedeutender als die Temperaturerhöhung, welche sich in gleicher Seehöhe früher in feuchterer Luft kundgeben konnte.

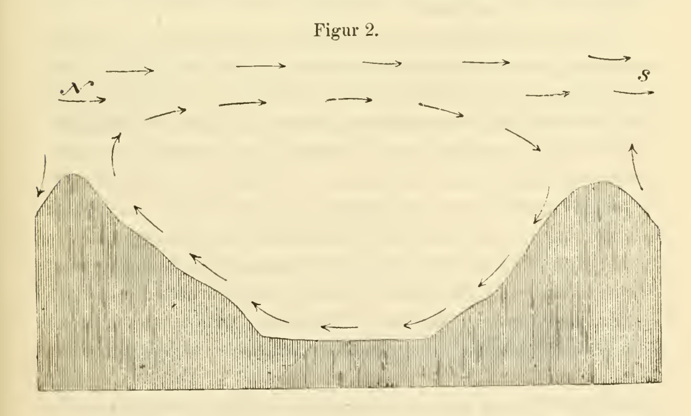
Es war auch in der That sehr merkwürdig, dass in derselben Zeit, in welcher sich die Kuppe des Blaser und die Thalsohle bei Innsbruck ganz weiss bereift zeigten, auf der Rumeralpe nur

ein ganz schwacher und bald wieder verschwindender Anhauch von Thau und bei Heiligwasser gar kein Thau beobachtet wurde! Bei Heiligwasser, wo die Luftfeuchtigkeit während des ganzen Beobachtungszeitraumes überhaupt eine auffallend geringe war, stellte sich das erste Maximum der Luftfeuchtigkeit Abends um 5 Uhr ein, ein zweites Maximum dann um 4^h 40′ morg. Von diesem Maximum nahm dann die Feuchtigkeit bis 7^h morg. um 9 Pct. ab. Aehnlich auf der Rumeralpe. Auch dort erreichte die Luftfeuchtigkeit um 4^h 30′ morg. ein Maximum und es minderte sich von da an bis 7^h morg. die Feuchtigkeit rasch von 86 auf 61 Pct., also um 25 Pct. Aehnlich wie der Föhn eine desto höhere Temperatur zeigt, je trockener derselbe in einem Thale anlangt, erscheint auch in dem hier behandelten Falle die durch Verdichtung der Luft veranlasste relative Temperaturerhöhung desto grösser, je trockener die dem grösseren Drucke ausgesetzte Luft und je grösser die Differenz der Luftfeuchtigkeit der zwei verglichenen Regionen in demselben Thalbecken ist.

Sobald die Sonne aufgegangen ist, wird die bis dahin im Grunde des Thalbeckens stagnirende Luft wieder mobil gemacht und es stellt sich allsogleich im ganzen Thalbecken eine von der nächtlichen abweichende Circulation der Luft ein. Dadurch, dass sich der Boden des Thales durch Insolation erwärmt, wird auch die über ihn lagernde Luft geheizt und aufgelockert; sie geräth allmälig in Fluss, strömt aufwärts und folgt in ihrer Bewegung dem aufsteigenden Luftstrome, welcher sich entlang dem schon etwas früher besonnten Südabfalle der angrenzenden Bergwand zu entwickeln begann. Dadurch aber wird auch auf die von dem gegenüberliegenden schattenseitigen Berggehänge herabfliessende und beim Herabfliessen verdichtete Luft aspirirend zurückgewirkt. Während diese vor Sonnenaufgang über der seeartig im Thalgrunde stagnirenden kalten Luft hingleitete, nimmt sie jetzt allmälig den Platz derselben ein und gelangt vollständig bis zum Boden des Thales. Sie verdichtet sich bei diesem Tiefgang jedenfalls noch mehr als in der Nacht, aber die hiedurch frei werdende Wärme fällt jetzt nicht auf; denn diese Luft nimmt ja die Stelle einer anderen Luft ein, die durch Insolation des Bodens einen noch höheren Temperaturgrad bereits erreicht hatte, und indem sie selbst jetzt über den insolirten bis zu

12° erwärmten Thalboden nordwärts strömt, wird auch sie geheizt und aufgelockert und längs dem angrenzenden sonnseitigen Gehänge emporgezogen. Während in der Nacht über der Mitte des Thales Luft in höhere Regionen gelangte, steigen jetzt zur Mittagszeit entlang den südlich exponirten Berggehängen warme Luftströme empor, und die Stelle des aufsteigenden Luftstromes ist demnach gewissermassen gegen die Berggipfel emporgerückt worden. Der längs den südlich exponirten Gehängen emporsteigende Luftstrom wird übrigens schon in geringer Höhe über den zugehörigen Gipfeln und Rücken der Berge von dem Polarstrome abgelenkt und gegen die Berghöhen der gegenüber liegenden südlichen Thaleinfassung hingeleitet, um dann entlang der nördlichen Abdachung dieser Thaleinfassung wieder in die Tiefe zu fliessen. Es entwickelt sich auf diese Weise eine über das ganze Thalbecken sich erstreckende kreisende Strömung, die nun bis Sonnenuntergang anhält und welche durch die nachfolgend eingeschaltete Skizze schematisch dargestellt wird.

Figur 2.



Gesetzt den Fall, es würde einmal mit beginnendem Tage die Insolation des Bodens nicht stattfinden, so würde es auch nicht zu der eben dargestellten Circulation kommen; es würde dann zunächst noch jener Lauf der Luftströmungen eine Zeit lang anhalten, wie er die Nacht hindurch stattfand, aber in Folge der Strahlung würde die ganze das Thalbecken erfüllende Luft-

masse immer mehr und mehr Wärme verlieren, erkalten, allmälig zur Ruhe kommen und schliesslich das ganze Thalbecken mit einer kalten stagnirenden Luftmasse erfüllt sein. Daraus ergibt sich aber auch die schon im Früheren angedeutete Wichtigkeit der Insolation für das Zustandekommen relativ höherer Lufttemperaturen in der Nacht in der Mittelhöhe der Thalbecken. Ist die Insolation auch nicht die unmittelbare Ursache dieser Erscheinung, so spielt dieselbe doch insoferne eine wichtige Rolle, als sie die Luftcirculation im Thalbecken anregt und als durch sie der circulirenden Luft alltäglich wieder jene Wärme ersetzt wird, welche in der vorhergegangenen Nacht durch Strahlung verloren gegangen war. Diese Wärme wird sich in der zu höheren Regionen emporgestiegenen aufgelockerten Luft allerdings nicht fühlbar machen; wenn aber diese Luft, von den Berggipfeln und von dem Thalgrunde aspirirt, nachträglich wieder in die Tiefe gelangt, und hier, einem grösseren Drucke ausgesetzt, sich verdichtet, wird die Wärme wieder frei und die Temperatur der Luft zeigt sich erhöht.

Wenn es übrigens nach dem bisher Mitgetheilten noch eines weiteren Beweisgrundes dafür bedürfte, dass die Erhöhung der Temperatur in der Mittelhöhe der Thalbecken vorzüglich durch die dort erfolgende Verdichtung herabfliessender Luft veranlasst wird, so läge derselbe auch in den an den vier Stationen beobachteten gegenseitigen Beziehungen der Luft- und Bodentemperatur. Bekanntlich wird die Wärme der obersten Bodenschichten fast nur durch Insolation und Ausstrahlung beeinflusst, und die Temperatur, welche die den Boden überlagernde Luft zeigt, nimmt dagegen auf den Gang der Bodentemperatur nur einen verschwindend kleinen Einfluss. Wenn man nun einen Blick auf den Temperaturgang in der obersten Schichte des Bodens an den hier behandelten vier Stationen wirft (vergl. d. Tafel 1), so fällt sogleich auf, dass sich die durch ihre relativ hohe Lufttemperatur ausgezeichneten beiden Stationen an den Berggehängen wesentlich verschieden verhalten von der Gipfel- und Thalstation. Sowohl am Gipfel des Blaser als auch im Thalgrunde bei Innsbruck fällt das Minimum der Bodentemperatur mit dem Minimum der Lufttemperatur zusammen, und Luft- und Bodentemperatur beginnen sich dort auch gleichzeitig zu erheben, nachdem die

Sonne aufgegangen war. An der Station Heiligwasser ist das nun wesentlich anders. Erst nachdem sich dort die Lufttemperatur schon $5^1/_2$ Stunden lang erhöht zeigte, erhöhte sich auch die Temperatur des Bodens, aber zunächst nur um 0·1°, und selbst im Laufe des Nachmittags, als die zuströmende Luft um 3^h die Temperatur von + 7·8° erreicht hatte, nicht weiter als bis 1·0°. Es wurde die nicht insolirte Station Heiligwasser eben nur mittelbar durch Zuströmen von Luft mit Wärme versehen, welche Wärme den anderen Stationen durch Insolation des Bodens zu Theil geworden war. Diese Wärme wurde bei Heiligwasser nur dadurch fühlbar, dass daselbst die aus der Höhe herabkommende Luft einem grösseren Druck ausgesetzt ward. Dadurch erfolgte zunächst eine Erhöhung der Lufttemperatur und erst nach länger dauernder Einwirkung der durch Verdichtung in ihrer Temperatur erhöhten Luft auf das Substrat wurde auch die Bodentemperatur um ein Geringes erhöht. Auch auf der Rumeralpe erfolgte die Erhöhung der Luft- und Bodentemperatur nicht gleichzeitig. Obschon sich die Lufttemperatur dort schon seit 4^h 30′ morg. erhöht hatte, sank die Temperatur des Bodens doch noch fort und fort, bis das Gehänge von den ersten Sonnenstrahlen getroffen wurde; dann trat eine rasche Erwärmung des Bodens ein, die aber jedenfalls nicht mehr auf Rechnung des Einflusses der Lufttemperatur, sondern auf Rechnung der kräftigen Insolation zu bringen ist.

Fasst man schliesslich die hier mitgetheilten Resultate zusammen, so ergibt sich, dass die im Spätherbste und Winter so häufig beobachteten relativ höheren Temperaturen der Luft in der Mittelhöhe der Alpenthäler nicht durch die Annahme eines über den Polarstrom fliessenden warmen südlichen Oberwindes, sondern vielmehr aus der eigenthümlichen, unter der in der Höhe horizontal über die Berggipfel und Bergrücken hinwegfliessenden Polarströmung sich in den Thalbecken entwickelnden Lufteirculation zu erklären ist. Diese Luftcirculation wird zunächst durch die im Spätherbste und Winter bei niederem Sonnenstande auf die geneigten südseitigen Steilgehänge sehr kräftig wirkende Insolation und dann durch die starke Ausstrahlung und Abkühlung

der Thalsohle und der Bergkuppen eingeleitet. So lange die Ausstrahlung, der Wärmeverlust und die dadurch bedingte Verdichtung der Luft dauert, wirken sowohl die Thalsohle als auch die Kuppen und Rücken der Berge aspirirend. Die im Thalgrunde erkaltete und verdichtete Luft kann nicht abfliessen und stagnirt daher über dem Boden des Thales; die über den Gipfeln erkaltete, verdichtete und specifisch schwerer gewordene Luft sinkt dagegen längs dem Gehänge der Berge gegen den aspirirenden Thalgrund hinab, wird dabei einem grösseren Druck ausgesetzt und erhält dadurch eine relativ hohe Temperatur. Sie breitet sich dann über den im Thalgrunde stagnirenden kalten Luftsee aus, wird endlich über der Thalmitte langsam emporgehoben, dabei aufgelockert und erkaltet und oben von dem Polarstrom abgelenkt, um schliesslich wieder von den Kuppen und Rücken aspirirt zu werden. So erklärt es sich, dass man gleichzeitig im Thalgrunde und auf den Kuppen der das Thal umrandenden Berge eine Luft mit niederer, und in der Mittelhöhe der Thalbecken eine Luft mit relativ hoher Temperatur findet.

Als die wichtigsten Folgerungen, welche sich aus dieser Erklärung ergeben, dürften vielleicht folgende hier noch besonders hervorgehoben werden.

Im Spätherbste und Winter zeigt bei heiterem Himmel und mässiger allgemeiner polarer Luftströmung jedes Thalbecken in seiner Mittelhöhe eine Luftschichte mit relativ höherer Temperatur. Diese Luftschichte ist nach unten zu von der den tiefsten Thalgrund erfüllenden kalten Luftschichte scharf abgegrenzt; sie zeigt dicht über ihrer unteren Grenze die höchste Temperatur. Nach oben zu nimmt ihre Temperatur ab. Eine scharfe Abgrenzung gegen die kalte Luft der Gipfelhöhe findet nicht statt. Die absolute Höhe der unteren Grenze, die Temperaturen und die Mächtigkeit dieser Luftschichte hängen von der Elevation der Thalsohle und von der Höhe und Steilheit der das betreffende Thal umrandenden Berge ab.

In einem System von Thälern, wie es die Alpen häufig aufweisen, wo die höheren Seitenthäler gewöhnlich durch kurze Thalengen mit den tiefer liegenden Hauptthälern verbunden sind, wo die Thäler mehr, weniger beckenförmig geschlossen sind und wo die Hochthäler gleich oberen Stockwerken über die

tieferen Becken sich aufbauen, wird man mit zunehmender Höhe mehrmals abwechselnd in wärmere und kältere Regionen gelangen können.

Am auffallendsten wird die Erscheinung dort zu beobachten sein, wo das Thal und die dasselbe einfassenden Höhen sich von West nach Ost erstrecken und wo sich ausgedehnte südseitige und nordseitige Gehänge gegenüberstehen; dort wo das Thal und der Zug der Berge eine nord-südliche Richtung behaupten und wo die Breitseiten der Berge nach Osten und Westen sehen, ist die Erscheinung weniger auffallend, aber doch nicht ausgeschlossen. Es übernimmt dort das nach West sehende Berggehänge die Rolle des südlichen, und das nach Ost sehende Berggehänge die Rolle des nördlichen.

Die Erscheinung wird sich am auffallendsten in solchen Perioden zeigen, in welchen der Polarstrom die ganze Höhe der Luft eingenommen hat und zwar darum, weil zu dieser Zeit im Bereiche der Alpen die Bedingungen zur Entstehung derselben (mässige allgemeine Luftströmung über den Gipfeln, heiterer Himmel, kräftige Insolation und starke Ausstrahlung) gegeben sind. Da in den Alpen bei einfallender äquatorialer Strömung diese Bedingungen ausgeschlossen sind, so wird es bei herrschendem Südwind auch nicht zur Erhöhung der Lufttemperatur in der Mittelhöhe der Thalbecken über die Lufttemperatur des Thalgrundes kommen können.

Die Erscheinung wird sich endlich am häufigsten im Spätherbste und Winter zeigen, weil zu dieser Jahreszeit in den Alpen Perioden mit heiterem Himmel am häufigsten eintreten. Sie wird aber im Spätherbst und Winter auch am auffallendsten hervortreten, weil in dieser Jahreszeit die Nacht länger ist als der Tag und die relative Erhöhung der Lufttemperatur in der Mittelhöhe der Thalbecken in der Nacht grösser ist als am Tage.

In den Sommermonaten ist das Zustandekommen der Erscheinung zwar nicht ausgeschlossen, ist aber bei der Seltenheit wolkenloser Sommertage im Bereiche der Alpen gewiss nicht häufig und wird dann jedenfalls nicht sehr auffallen, weil die Nacht und somit die Zeit, in welcher die Luft von den Berghöhen gegen den Thalgrund strömt, nur sehr kurz ist, zudem die

Luft über den im Laufe des langen Tages ausgiebig durchwärmten Thalboden durch Strahlung in der kurzen Nacht nicht so sehr abkühlt, dass ihre Temperatur erheblich niederer sein würde als die Temperatur der von den kalten Gipfeln nächtlicherweile herabfliessenden und sich dabei um einige Grade erwärmenden Luft.

A. Kerner, Die Entstehung relativ hoher Luft Temperaturen in der Mitte der Thalbecken der Alpen im Spätherbst und Winter

Gang der Luft-Temperatur

Gang der Temperatur in der obersten Bodenschichte

Nacht — Mittag

Cels.

20° 19° 18° 17° 16° 15° 14° 13° 12° 11° 10° 9° 8° 7° 6° 5° 4° 3° 2° 1° 0° -1° -2° -3° -4° -5°

Innsbruck